

?T S1/5/ALL

1/5/1

DIALOG(R) File 352: Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

009733372 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1994-013222/199402

XRAM Acc No: C94-006535

XRPX Acc No: N94-010028

Humidity sensor with sensitivity over wide temp. range - composed of dense substrate, 1st thin film shape electrode, humidity sensing thin film, 2nd thin film layer, 2nd thin film shaped electrode

Patent Assignee: RIKEN CORP (RIKE )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 5322827	A	19931207	JP 92149900	A	19920518	199402 B
JP 3174150	B2	20010611	JP 92149900	A	19920518	200135

Priority Applications (No Type Date): JP 92149900 A 19920518

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 5322827	A		7	G01N-027/12	
JP 3174150	B2		7	G01N-027/12	Previous Publ. patent JP 5322827

Abstract (Basic): JP 5322827 A

The sensor comprises (a) a dense substrate (15) of high electric insulation capability; (b) 1st thin film shape electrode (14a); (c) a humidity sensing thin film (13) made of a 1st thin film layer (12) mainly contg. an oxide of at least one of alkaline earth metal elements and a 2nd thin film layer (11) mainly contg. an oxide of a metal excluding an alkaline earth metal element, an alkali metal element and a precious metal element; (d) a 2nd thin film shaped electrode (14b) provided on one surface of the substrate; and (e) a thin film shaped heater (16) formed on the other surface of the substrate. The humidity sensor is always kept at a high temp. over 200 deg. C and the impedance of the humidity sensing film is changed according to the humidity change in the atmos.

USE/ADVANTAGE - The thin humidity sensor can detect humidity over a wide temp.

Dwg. 1/8

Title Terms: HUMIDITY; SENSE; SENSITIVE; WIDE; TEMPERATURE; RANGE; COMPOSE;  
DENSE; SUBSTRATE; THIN; FILM; SHAPE; ELECTRODE; HUMIDITY; SENSE; THIN;  
FILM; THIN; FILM; LAYER; THIN; FILM; SHAPE; ELECTRODE

Index Terms/Additional Words: ALKALINE; EARTH; METAL

Derwent Class: J04; L03; S03

International Patent Class (Main): G01N-027/12

File Segment: CPI; EPI

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3174150号  
(P3174150)

(45)発行日 平成13年6月11日(2001.6.11)

(24)登録日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G 0 1 N 27/12

G 0 1 N 27/12

J

G

請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-149900

(22)出願日 平成4年5月18日(1992.5.18)

(65)公開番号 特開平5-322827

(43)公開日 平成5年12月7日(1993.12.7)

審査請求日 平成11年4月30日(1999.4.30)

(73)特許権者 000139023

株式会社リケン

東京都千代田区九段北1丁目13番5号

(72)発明者 国元 晃

埼玉県熊谷市末広四丁目14番1号 株式  
会社リケン熊谷事業所内

(72)発明者 小野 敬

埼玉県熊谷市末広四丁目14番1号 株式  
会社リケン熊谷事業所内

(74)代理人 100080012

弁理士 高石 橋馬

審査官 郡山 順

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 湿度センサ

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 緻密で電氣的絶縁性の高い基板の一方の  
面上に、(a) 第一の薄膜状電極と、(b) アルカリ土類金  
属元素の酸化物の少なくとも一種を主成分とする第一の  
薄膜層と、アルカリ土類金属元素、アルカリ金属元素  
系、及び貴金属元素以外の金属の酸化物を主成分とする  
第二の薄膜層とが積層してなる感湿薄膜と、(c) 第二の  
薄膜状電極とがその順に積層されているとともに、前記  
基板の他方の面上に、(d) 薄膜状ヒータが形成されてな  
る湿度センサであって、前記ヒータの作動により、常時  
200℃以上の高温状態に保持され、雰囲気中の湿度の  
変化に応じて前記感湿薄膜の抵抗値が変化することを特  
徴とする湿度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【産業上の利用分野】 本発明は湿度センサに関し、更に  
詳しくは、幅広い温度範囲に対応できる薄型（小型）の  
湿度センサに関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 従来よ  
り、大気中の湿度や各種ガス中の水分を検知するのに多  
種多様な方法が行われているが、最近では、各種家電機  
器等に湿度検知手段を付与し、機器の制御をすることが  
行われるようになってきており、個体素子型の湿度セン  
サが広く使用されるようになってきた。この個体素子型  
の湿度センサは、その検知原理から、①抵抗変化（イン  
ピーダンス変化）を利用するもの、②容量変化を利用す  
るもの、③周波数変化を利用するもの、④熱伝導変化を  
利用するものや、⑤超音波や赤外線等を利用するものに  
分類されるが、それらの中では、抵抗変化型や容量変化

型のものが主として用いられている。

【0003】これら抵抗変化型や容量変化型の湿度センサをその構成材料から分類すると、高分子系センサ（高分子膜を用いたセンサ）と金属酸化物系センサとに大別される。高分子系センサは、抵抗変化型及び容量変化型のいずれの場合においても雰囲気中の相対湿度を検知するものであり、その材料特性（用いる高分子膜の性質）から 0℃以下の低温雰囲気、及び 50℃程度以上の高温雰囲気中の測定には適しない。0℃以下の低温雰囲気では結氷する可能性があり、また 50℃程度以上の高温雰囲気では高分子膜が変質する可能性があるからである。通常、この種のセンサは非加熱方式であるが、高分子系センサにおいては、使用雰囲気中の粉塵、油煙等による素子表面（高分子膜表面）のよごれにより出力の変動がみられやすく、長期安定性が悪い。したがって、高分子系センサの使用環境条件は自ずと制限される。

【0004】一方、金属酸化物系センサにおいては、抵抗変化型及び容量変化型とも常温作動のものが広く用いられているが、この種のセンサも、上述した高分子系センサと同様に使用環境温度に制約があり、また、使用雰囲気中の粉塵、油煙等による素子表面のよごれにより出力の変動がみられやすい欠点がある。そこで、その構成材料（金属酸化物）の耐熱性を利用して、一時的に素子を 400 ～ 500℃に加熱して素子（金属酸化物）表面の汚れを焼き飛ばしてしまういわゆるリフレッシュ機構を備えたセンサも開発されている。

【0005】しかしながら、このリフレッシュ機構を作動させて一時的に素子を加熱する（リフレッシュを行う）と、リフレッシュ及びリフレッシュ後のしばらくの間（再び初期安定レベルに復帰するまでの間）は湿度センサとして機能できず、その間の湿度の検知は行えない。なお、金属酸化物系センサにおいては、金属酸化物の低温における大きな吸湿能を利用し、水分の吸着に伴う抵抗変化を測定して湿度を検知するように構成されたものが広く利用されている。

【0006】以上述べた常温作動型のセンサ（リフレッシュ機構を備えたセンサも含む）における欠点（使用環境温度の狭さや長期安定性の問題）を解決しようとしたものとして、高温作動型の金属酸化物系センサが開発されている。一般に、高温域での金属酸化物の湿度に対するインピーダンスの変化量は常温におけるそれよりは小さくなるが、十分に湿度の変化を検知できる程度の変化を示し、また、100℃以上の高温雰囲気中でも十分に湿度の検知を行うことが可能である。このような高温作動型の金属酸化物系センサにおいては、素子は常時数百℃に加熱されているので特別なリフレッシュは必要なく、素子表面は常に清浄な状態に保たれることになる。したがって、検知レベルは長期間にわたって安定する。

【0007】高温作動型の抵抗変化型湿度センサには、従来、 $ZrO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $CaZrO_3$ 等のセラミック粉末を

バインダー等とともに一旦ペーストにし、それをシート状に成形、焼成して得られたセラミックシートをチップ状に切断して得られた感湿体が用いられていた。そのような高温作動型の湿度センサの一例として、特開昭 58-138001号には図 7 に示す構成のセンサが開示されている。図 7 に示す湿度センサ 8 は、金属酸化物のチップ基板 81（これが湿度の変化に伴って電気抵抗値を変化させるものであり、感湿体と呼ばれる）と、この基板 81 の両面に形成された一対の多孔質の電極 82、82 と、これらの電極に接続した白金等のリード線部 84、84 とを有する素子の周りに、コイルヒータ 83 を配置してなる。なお、この構造の湿度センサ 8 では、コイルヒータ 83 は感湿体に接触しないように素子を取り巻くか、またはコイルヒータ 83 の表面に絶縁層を形成しておく必要がある。

【0008】図 7 に示す湿度センサ 8 では、間接的に素子（感湿体）を加熱する構造となっているので、ヒータ熱効率が悪い。また、素子（感湿体）を所望の作動温度に加熱するためには比較的大きな電流を必要とし、消費電力が大きくなる。したがって、この種の素子を機器に組み込む場合には、容量の大きな高価な回路部品が必要となる。

【0009】また、特開平 1-158340号には、図 8 に示すような湿度センサが開示されている。図 8 は湿度センサ 9 を一部破断して示しているが、この湿度センサ 9 は、ヒータ 92、電極 94 及び測温体 93 を 1 つの感湿体 91 内に埋設した構造を有する。なお、湿度センサ 9 においては、ヒータ 92 は、電極 94 に対向するもう一方の電極を兼ねている。このような構造のセンサでは、ヒータ 92 は直接的に感湿体 91 を加熱することになるので、熱効率は大きくなる。なお、このような構造の湿度センサは、ヒータ 92、測温体 93、電極 94 をそれぞれ表面に形成した複数のセラミックグリーンシートを重ね合わせ、これを焼成することにより製造することができ、感湿体 91 に埋設されたヒータ等への結線はスルーホール 95 を用いて行うことができる。

【0010】図 7 及び図 8 に示すような従来の高温作動型の湿度センサでは、ともに金属酸化物粉体から製造した成形体を焼成して感湿体としている。金属酸化物は、組成及び不純物濃度にもよるが一般に高抵抗値を示す。このため、この種の湿度センサにおいては、感湿体の厚みが大きいほど抵抗値が上昇し、回路設計が難しくなる。高温作動型の湿度センサの湿度感知は、基本的に感湿体の抵抗値の変化によるものであるもので、実際上は、感湿体の抵抗値（インピーダンス）を 1 MΩ以下に設定する必要がある、薄型の感湿体とするのが望ましい。

【0011】また、感湿体の厚みが大きい場合、以下のような不都合が生じやすい。すなわち、感湿体の表面層部分は容易に雰囲気中の水分を吸収して抵抗変化を起こすが、一方、感湿体の内部（深部）には水分が到達しにくく、もってほとんど抵抗変化を起こさない。このよう

な状態が生じると、素子抵抗（感湿体の抵抗）は徐々に変化することになり、なかなか出力が一定しない。なお、このような状態を回避するため、感湿体を多孔質に形成して湿気を含む雰囲気ガスが感湿体の内部にまで容易に到達するような工夫がなされている。

【0012】以上の観点から、感湿体自体を薄膜化することが望ましいが、さらに近年では、電子回路の小型化、電子デバイスの小型化が目指されており、高温作動型の湿度センサにおいても小型化及び低消費電力型（低電流型）のものが要求されるようになってきた。この観点からも感湿体の薄膜化が望まれている。

【0013】ところで、一般に金属酸化物のシート状焼結体を作製する場合、ドクターブレード法が用いられるが、この方法によると、シートの厚みはいくら薄くしても数10 $\mu$ m程度が限度であり、100～200 $\mu$ m程度の焼結体とするのが一般的である。この程度の厚みでは素子の小型化（薄型化）は十分でない。なお、ドクターブレード法で数10 $\mu$ m程度の焼結体を得たとしても、そのような薄型の焼結体ではその強度、寸法、ハンドリング等に問題が生じることがあり、良好な素子を形成することは難しい。

【0014】さらに、以下のような問題も生じてくる。すなわち、単に感湿体を薄膜化しただけでは素子の小型化（薄型化）は達成できず、感湿体の両面に形成される電極部も薄膜状に形成しなければならない。しかしながら、Pt系の金属（合金）等でスパッタリング等により薄膜状に電極を形成した場合、その電極の多孔度は、同種の材料で焼結等により肉厚に形成した電極の多孔度よりかなり小さくなる。したがって、従来の感湿体材料からなる薄膜状感湿体の両面に薄膜状の電極を形成してなる素子では、薄膜電極を通して感湿体に到達する水分の量がずっと少なくなり、素子の感度はかなり小さくなる。

【0015】したがって本発明の目的は、薄型で、幅広い温度領域において良好な湿度検知を行うことができる湿度センサを提供することである。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題に鑑み鋭意研究の結果、本発明者は、湿度の変化に伴って電気抵抗値に変化を生じる金属酸化物からなる層と、アルカリ土類元素の酸化物からなる層とを積層して薄型の湿度感知膜（感湿薄膜）とし、この感湿薄膜の両面に薄膜電極を形成してなる素子部を、緻密で電気的絶縁性の高い基板の一方の面上に形成するとともに、この基板の他方の面上に薄膜状のヒータを形成すれば、全体的に薄型の湿度センサとすることができ、また、感湿薄膜中のアルカリ土類元素の酸化物からなる層が大きな吸湿能（水分吸着能）を有するため、良好な感度で湿度検知を行うことができることを発見した。さらに、ヒータを基板上に形成しているために熱効率も良くなり、低消費電力化を達成

することができることを発見し、本発明を完成した。

【0017】すなわち、本発明の湿度センサは、緻密で電気的絶縁性の高い基板の一方の面上に、(a) 第一の薄膜状電極と、(b) アルカリ土類金属元素の酸化物の少なくとも一種を主成分とする第一の薄膜層と、アルカリ土類金属元素、アルカリ金属元素系、及び貴金属元素以外の金属の酸化物を主成分とする第二の薄膜層とが積層してなる感湿薄膜と、(c) 第二の薄膜状電極とがその順に積層されているとともに、前記基板の他方の面上に、(d) 薄膜状ヒータが形成されてなり、前記ヒータの作動により、常時200℃以上の高温状態に保持され、雰囲気中の湿度の変化に応じて前記感湿薄膜の抵抗値が変化することを特徴とする。

#### 【0018】

【実施例及び作用】以下、添付図面を参照して本発明を詳細に説明する。図1は本発明の一実施例による湿度センサを示す概略断面図である。この湿度センサ1において、緻密で電気絶縁性を有する基板15の一方の面上に、(a) 第一の薄膜状電極14aと、(b) 湿度の変化に伴って電気抵抗値を変化させる金属酸化物からなる層（以下、感湿抵抗体層と呼ぶ）11と、アルカリ土類元素の酸化物からなる層12とが積層してなる感湿薄膜13と、(c) 第二の薄膜状電極14とがその順に積層されている。また、基板15の他方の面上には、薄膜状のヒータ16が形成されている。なお、基板15の面上に形成されたヒータ16は蛇行しているため、図1に示す断面図ではヒータ16の断面部分が離隔して示されている。

【0019】まず、湿度センサの基板15は、緻密で、電気絶縁性に良好な材料からなるものを用いる。具体的には、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等からなる基板を用いるのが好ましい。

【0020】基板15の上に設けた第一の薄膜状電極14a、及び後述する感湿薄膜13の上面に形成する第二の薄膜状電極14bは、ともにPt、Pt系金属、またはそれらの合金から形成することができる。この二つの電極の厚さはそれぞれ500～2000オングストローム程度とするのが好ましい。薄膜状電極14a、14bはスパッタリング法等により形成することができる。

【0021】第一の薄膜状電極14a上には、感湿抵抗体層11と、アルカリ土類元素の酸化物からなる層12とが積層してなる感湿薄膜13が形成されている。本実施例では、感湿薄膜13中の感湿抵抗体層11とアルカリ土類元素の酸化物からなる層12とはそれぞれ1層ずつであるが、後述するように、本発明はこれに限定されない。

【0022】感湿薄膜13中の感湿抵抗体層11は、従来の高温作動型の金属酸化物系センサに用いる感湿体（感湿抵抗体）と同様の材料から形成されてなるが、本発明では、アルカリ土類金属元素、アルカリ金属元素系、及び貴金属元素以外の金属の酸化物を用いる。具体的には、ZrO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、CeO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

3、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ni}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 等や、これらの酸化物の混合物を用いることができる。ただし、感度の点から見ると、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZnO}$ が好ましい。上述した材料からなる感湿抵抗体層とすれば、 $200^\circ\text{C}$ を超す雰囲気温度でも良好に湿度の検知を行うことができるようになる。

【0023】感湿抵抗体層11の厚さは、 $0.2 \sim 5 \mu\text{m}$ 程度とするのが好ましく、さらに好ましくは $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度とする。感湿抵抗体層11が $0.2 \mu\text{m}$ 未満では電極の短絡が発生しやすくなる。また $5 \mu\text{m}$ を超すと、素子を薄膜化して小型化するという目的が達成できず、またインピーダンスが大きくなる等の不都合も生じる。

【0024】上述したように感湿抵抗体層11は薄く形成するので、その形成においては気相成長法を利用するのがよい。しかしながら、本発明はこれに限定されず、感湿抵抗体層11を上述した厚さに形成することができればその他の方法を用いてもよい。具体的には、スパッタリング法、CVD法等の蒸着法、ゾルゲル溶液法等の方法により形成することができる。特にスパッタリング法

(高周波スパッタリング法)が好ましい。この方法によると $1 \mu\text{m}$ 程度の厚さの感湿抵抗体層を容易に形成することができる。高周波スパッタリング法で金属酸化物を成膜(金属酸化物層を形成)する場合、通常、成膜速度は $40 \sim 100$  オングストローム/分程度であるので、 $2 \sim 4$ 時間のスパッタリングを行えば $1 \mu\text{m}$ 程度の厚さの感湿抵抗体層を得ることができる。なお、高周波スパッタリング法により形成された感湿抵抗体層は、その層中の金属酸化物の酸素欠損の補完、及び層に生じた歪みの除去等の目的で、大気中で加熱処理するのが好ましい。

【0025】アルカリ土類元素の酸化物からなる層12は $50 \sim 5000$ オングストローム程度の厚さに形成するのが好ましい。アルカリ土類元素の酸化物層12の厚さが $50$ オングストローム未満であると、アルカリ土類元素の酸化物層12を湿度感知膜13内に設けた効果が十分に現れず、素子の感度が良好にならない。また、本発明者等の研究によれば、この層12を $5000$ オングストロームを超す厚さとしても良好な感度が得られない。アルカリ土類元素の酸化物層12が厚すぎると、この層に吸着した水が感湿抵抗体層11まで到達するのに長い距離を移行しなければならず、結果として感湿抵抗体層11に十分な量の水分が到達できないためと思われる。なお、複数のアルカリ土類元素の酸化物層12と複数の感湿抵抗体層11とを積層して湿度感知膜とする場合には、複数のアルカリ土類元素の酸化物層12の合計の厚さを $50 \sim 5000$ オングストローム程度とするのが好ましい。

【0026】アルカリ土類元素の酸化物としては、 $\text{MgO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SrO}$ を用いるのが好ましく、さらにこれらを混合して用いてもよい。このアルカリ土類元素の酸化物からなる層12の形成も、上述した感湿抵抗体層11

と同様の方法で形成することができる。

【0027】一方、薄膜状のヒータ16は、白金ペーストを用いたスクリーン印刷やフォトリソグラフィ等の方法により基板15の他方の面に形成することができる。特に、フォトリソグラフィ法によれば、容易に、かつ精度よくヒータをパターニング形成でき、生産効率が非常に高くなる。また、パターニング精度が高いので、ヒータの抵抗値のバラツキも非常に小さくなる。

【0028】なお、薄膜状の各電極及び薄膜状のヒータ16に接続するリード線17としては、Pt線、Pt系合金からなる線等を用いることができる。

【0029】図1に示した構成とすると、スパッタリング等により形成された薄膜状の電極14a、14bの多孔度がたとえ小さくても(スパッタリングにより形成されたPt等の電極薄膜では、孔径は一般に数10オングストローム程度となる)、感湿薄膜13内に設けたアルカリ土類元素酸化物層12が有する大きな水分吸着能により水分が感湿薄膜13内に取り込まれる。これによって、感湿薄膜13内の感湿抵抗体層11にも水分が到達し、感湿抵抗体層11に水分の量に見合った抵抗変化が生じる。

【0030】図1に示す実施例では、感湿薄膜13は、1つの感湿抵抗体層11と1つのアルカリ土類元素の酸化物からなる層12とを積層した構成となっており、感湿抵抗体層11が外側(基板15から遠い方)に形成されているが、本発明はこれに限定されない。たとえば、感湿薄膜13中の感湿抵抗体層11と1つのアルカリ土類元素の酸化物からなる層12とを反対に積層した構造としてもよい。また、感湿薄膜13と薄膜状の電極14bとの密着性を向上する等の目的で、図1に示す実施例において、アルカリ土類元素の酸化物層12の上にさらに感湿抵抗体層11を設けた積層構造としてもよいし、さらには、感湿抵抗体層11とアルカリ土類元素の酸化物層12とをそれぞれ交互に複数回積層することもできる。

【0031】しかしながら、アルカリ土類元素の酸化物層12の役割を考えると、できるだけ雰囲気側(湿度感知膜の表層部)にアルカリ土類元素の酸化物層12を配置するのが好ましい。すなわち、少なくとも感湿薄膜13の表層部にはアルカリ土類元素の酸化物層を配置するのが好ましい。

【0032】以下、具体的実施例に基づき、本発明をさらに詳細に説明する。

#### 【0033】実施例1

以下の要領で、図1に示す構造の湿度センサを製造した。 $2\text{mm} \times 2\text{mm} \times 0.2\text{mm}$ の大きさのアルミナ基板(純度97%)の片面に、高周波マグネトロンスパッタリング法によりPt薄膜電極を形成した。このときのPt電極の厚さは約 $2000$ オングストロームであった。

【0034】次に、Pt薄膜電極上に、同じく高周波マグネトロンスパッタリング法により $\text{ZrO}_2$ 層(感湿抵抗体層)を厚さ約 $2 \mu\text{m}$ になるように成膜(層形成)した。

さらに、この $\text{ZrO}_2$ 層の上に、高周波マグネトロンスパッタリング法により $\text{MgO}$ 層を500 オングストロームの厚さに形成した。

【0035】次に、 $\text{ZrO}_2$ 層及び $\text{MgO}$ 層中の酸素欠損の補完及び膜歪みの除去の目的で、得られた積層体を大気中、600℃で2時間加熱した。

【0036】さらに、上記の積層体の $\text{MgO}$ 層上に、スパッタリングによりPt電極膜を形成し、両Pt電極膜にそれぞれリード線を接続した。

【0037】次に、基板の反対側の面に、スパッタリングによりPt薄膜を約3000オングストロームの厚みに成膜後、フォトリソグラフィにより蛇行したパターンのヒータを形成し、リード線を接続し、湿度センサとした。

【0038】この湿度センサ1を用いて図2に示す回路を形成した。ここで、センサ1中のヒータ16の電源としては直流電圧電源Eを用いた。また、信号電圧電源31は交流70Hz、7V<sub>0- $\pi$</sub> とし、信号検出負荷抵抗 $R_L$ を500k $\Omega$ とした。なお、信号電圧電源31として交流電源を用いたのは、吸着水の分極を防ぐためである。

【0039】図2の回路を用い、センサの周囲の雰囲気中の湿度を変化させて、センサ（作動）温度を400～500℃とした場合の雰囲気中の絶対湿度とインピーダンスとの関係を調べた。結果を図3に示す。

【0040】また、10℃における40%相対湿度（以下、10℃/40%RHと記す。ここで、RHは相対湿度を示す。なお、10℃/40%RHの場合の空気中の水の量は2.92g/kgである。）でのセンサのインピーダンス $R_1$ と、35℃/80%RH（24.64g/kg）でのセンサのインピーダンス $R_2$ とから下記式（1）に従って湿度検出感度Sを計算した。

$$S = \log (R_1 / R_2) \cdots (1)$$

各温度における湿度検出感度Sを図3中に記す。

【0041】図3からわかるように、本実施例の湿度センサは、作動温度が400～500℃の高温領域でも湿度に応じてセンサ素子インピーダンスが十分に大きく変動しており、良好な感度を有することがわかる。特に、作動温度が450℃のときに感度が最もよいことがわかる。

【0042】また、図2に示す回路を用い、作動温度が400～500℃の時のセンサの応答時間を測定した。この応答時間の測定では、雰囲気中の絶対湿度を2.92g/kgから6.69g/kgへ急激に（ステップ的に）変化させた時、7.16g/kgから14.31g/kgへ急激に（ステップ的に）変化させた時、及び14.31g/kgから24.64g/kgへ急激に（ステップ的に）変化させた時の各々の90%応答時間（ $T_{90}$ ）を求めた。結果を図4に示す。

【0043】図4からわかるように、作動温度が450℃または500℃の場合には良好な応答特性が得られる。以上、感度と応答特性の観点からみると、本実施例のセンサにおいては、作動温度は約450℃程度が最適であると

思われる。

#### 【0044】実施例2、及び比較例1

基板15の大きさを4mm×4mm×0.2mmとした以外は、実施例1と同様にして図1に示す構造の湿度センサ（実施例2）を作製した。

【0045】一方、基板のもう一方の面（感湿薄膜及び電極が形成されないほうの面）に薄膜状のヒータを設けない以外は実施例2と同様の湿度センサ素子を作製した。このセンサ素子の回りに、図6に示すようにコイルヒータ（0.1mm径のPt線からなるコイルヒータ）30を配置し、湿度センサ（比較例1）とした。

【0046】実施例2及び比較例1の湿度センサをそれぞれ450℃で作動させ、同一時間内の消費電力を測定した。実施例2の湿度センサでは1.1Wであり、また、比較例1の湿度センサでは1.5Wであった。すなわち、実施例2の湿度センサは比較例1の湿度センサより約30%近く消費電力を低減することができる。

#### 【0047】参考例1

湿度センサの基板の大きさと、湿度センサ作動に費やした消費電力との関係を調べるために、基板の大きさは異なるが、ともに図1に示す構造を有する複数の湿度センサを作製した。ここで、基板以外の湿度センサ素子のサイズは同一とした。また、各湿度センサの基板は、その厚さを0.2mmと一定とし、一辺の長さがそれぞれ異なる正形状とした。

【0048】得られた複数の湿度センサについてそれぞれ同一作動条件での消費電力を求めた。結果を図5に示す。

【0049】図5から容易にわかるように、基板サイズを小さくすれば、センサの消費電力を著しく低減することができる。

#### 【0050】

【発明の効果】以上の構成を有する本発明の湿度センサは以下の効果を有する。

【0051】①良好な感度を有し、400～500℃程度の高温においても感度の良い湿度測定を行うことができる。また、その応答性も良好である。

【0052】②ヒータ、電極、感湿体をすべて一体化、かつ薄膜化しており、湿度センサ（素子）の小型化が達成される。

【0053】③ヒータの加熱による熱効率が良好で、またヒータを薄膜化しているので、ヒータ電流値を低減することができる。

【0054】④上述の通り、基板上に設けるヒータ、電極、感湿体が全て薄膜状になるので、スパッタリング、フォトリソグラフ等の方法を用いて歩留りの良い大量生産を行うことができる。

【0055】本発明による湿度センサは小型化でき、また、大きな電力を必要としないので、各種民生用機器、たとえば室内空調用センサ、電子レンジの調理用センサ

等として利用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例による湿度センサを示す概略断面図である。

【図 2】実施例で用いた湿度検知回路を示す回路図である。

【図 3】雰囲気中の絶対湿度と、400 ～500 ℃における実施例 1 のセンサのインピーダンスとの関係を示すグラフである。

【図 4】雰囲気中の絶対湿度と、400 ～500 ℃における実施例 1 のセンサの応答時間との関係を示すグラフである。

【図 5】湿度センサの基板の大きさと、その消費電力との関係を示すグラフである。

【図 6】コイルヒータを用いた湿度センサを示す概略断面図である。

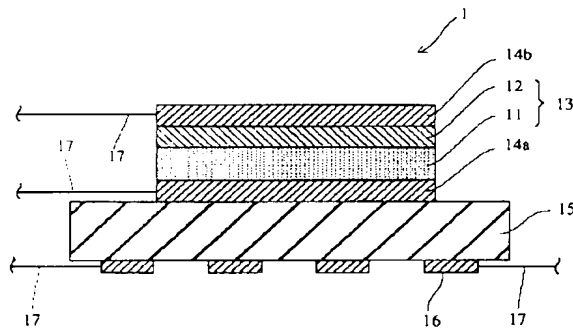
【図 7】従来の高温作動型の湿度センサの一例を示す斜視図である。

【図 8】従来の高温作動型の湿度センサの別な例を示す一部破断斜視図である。

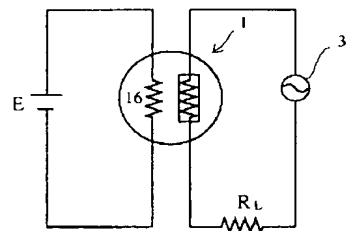
【符号の説明】

- |         |               |
|---------|---------------|
| 1、10    | 湿度センサ         |
| 8、9     | バルクタイプの湿度センサ  |
| 11      | 感湿抵抗体層        |
| 12      | アルカリ土類元素の酸化物層 |
| 13      | 感湿薄膜          |
| 14a、14b | 薄膜状電極         |
| 16      | 薄膜状ヒータ        |
| 17      | リード線          |
| 30      | コイルヒータ        |
| 81、91   | 感湿体           |

【図 1】

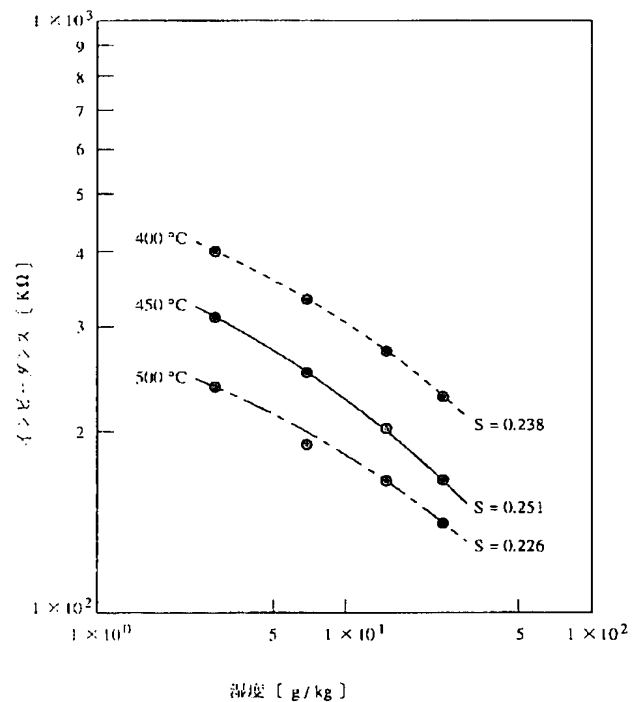
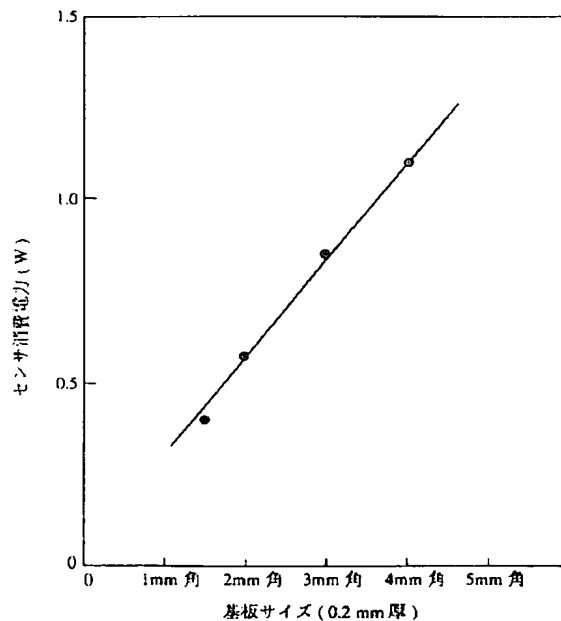


【図 2】

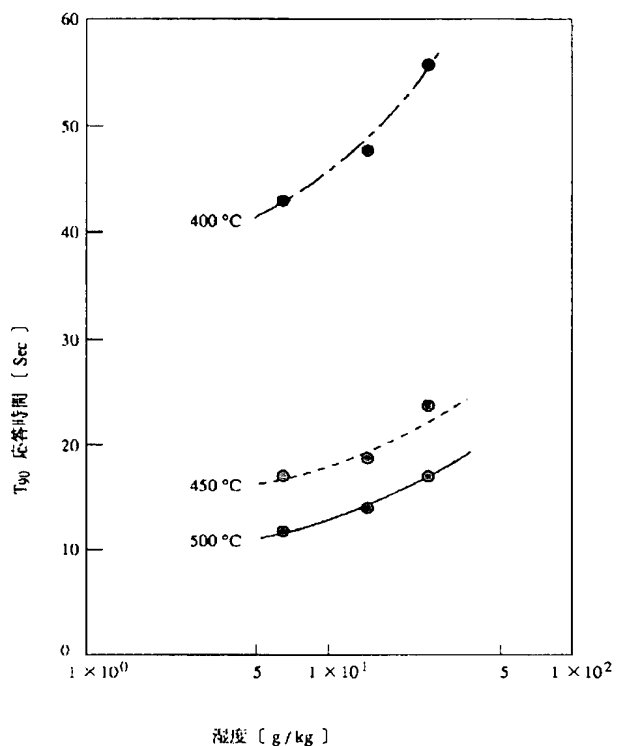


【図 3】

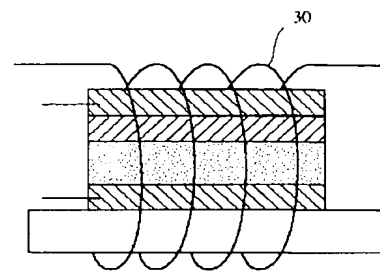
【図 5】



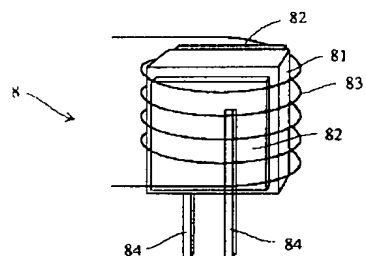
【図4】



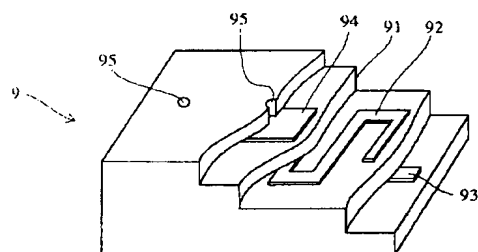
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平5-322828 (J P, A)  
 特開 平4-66858 (J P, A)  
 特開 昭59-47702 (J P, A)  
 特開 昭59-47703 (J P, A)  
 特開 平3-24450 (J P, A)  
 特開 昭58-138001 (J P, A)  
 特開 平1-158340 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int. Cl.<sup>7</sup>, D B名)  
 G01N 27/12